



Shock experiments on porous material : simulation of impact process in the early solar system

著者	Hirata Naru
内容記述	Thesis (Ph. D. in Science)--University of Tsukuba, (A), no. 1864, 1998.3.23
発行年	1998
URL	http://hdl.handle.net/2241/5371

氏 名(本 籍)	ひら たる なる 平 田 成 (群 馬 県)
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 1,864 号
学位授与年月日	平 成 10 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	地 球 科 学 研 究 科
学位論文題目	Shock Experiments on Porous Material: Simulation of Impact Process in the Early Solar System (高空隙率物質の衝撃実験：初期太陽系における衝突過程の再現)
主 査	筑波大学教授 理学博士 末 野 重 穂
副 査	筑波大学助教授 理学博士 加 藤 工
副 査	無機材質研究所主任研究員 理学博士 関 根 利 守

論 文 の 内 容 の 要 旨

太陽系形成論では、微惑星を代表とする始源的物質は強度を持たない高空隙率の粉末集合体で、この始源的物質が衝突による合体成長し、より密な強度を持った岩石へと物質進化を遂げたとされる。この衝撃による空隙の減少と強度の獲得プロセスは shock lithification (衝撃による岩石化) と呼ばれ、惑星科学での重要な作用である。高空隙率物質の衝突現象では密な物質に比べて高温が発生し、この衝撃加熱は融解を含む様々な変化をもたらす。本研究では始源的物質の衝撃に対する挙動を明らかにする目的で、出発物質に高空隙率の粉体を使用した衝撃回収実験を行った。

出発物質には始源的物質の模擬物質として、Type I; シリケイト+Fe, Ni 金属粉末混合物, Type II; シリケイト粉末, Type III; シリケイト+金属+Fe 硫化物粉末混合物の 3 種の物質を使用した。

粉末試料は初期空隙率の30-35%, 一部は60%以上という高空隙率をもたせて金属カプセルに封入し、衝撃実験のターゲットとした。実験には一段式火薬銃を使用し、ターゲットに弾丸を高速衝突させ2.5から70GPaの衝撃高圧を発生させた。回収試料はカプセルから取り出し、shock lithification と衝撃融解の 2 点に着目して、SEM による組織観察、粒子形状と空隙率の測定、X線組成分析を行った。

5GPa 以下の低加圧実験でもシリケイト粒子の破碎・細粒子化による空隙率の減少と金属変形による強度の獲得が認められ、shock lithification が生じている。シリケイト相において、planer fracture と呼ばれる組織は主要な衝撃変成組織の一つで、本実験では5GPa 程度から発生し、10から20GPa ではよく発達した組織が観察されたが、30GPa 以上では全く観察されなくなった。これは衝撃時の温度による fracture の発生妨害か、fracture の annealing によると考えられる。planer fracture は隕石の衝撃変成度の指標とされているが、本結果は変成度の判定に annealing の効果の考慮が必要となることを示している。金属相は衝撃圧縮に対して特に敏感に変形し、金属粒子の形状は衝撃程度の指標になりうる。

30GPa 以上の高圧では温度上昇も大きくなり、shock vein, melt network, sulfide-metal vein, sulfidemetal melt pocket などの融解組織が観察された。これらは衝撃変成を受けた隕石にも観察され、衝撃圧の推定に有効である。特に低融点の硫化物-金属系が衝撃融解に重要な役割を果している。

衝撃の影響は mechanical effect と thermal effect の二つに大きく分けられる。前者にはシリケイトの破碎、

fracture の形成, 金属の変形, それらに伴う shock lithification が含まれ, 後者にはシリケート粒子の annealing や衝撃融解現象が含まれる。mechanical effect は主に低い圧力で顕著である。通常 thermal effect は非常に高圧に達しない限り顕著でないが, 本実験のように初期空隙率が高い場合, 衝撃エネルギーの大半が熱に変化するため, 中程度の圧力から顕著に組織を支配する。mechanical effect から thermal effect への転換の圧力は本実験の場合 30GPa で, これは約 1000℃ の衝撃加熱に相当する。この転換の最も顕著な特徴は planar fracture の消滅と衝撃融解組織の発生である。

多くの隕石は 10 から 20GPa の衝撃圧力に相当する中程度の衝撃変成を被っていたと判定されているが, 隕石中の金属粒子は本実験のような強い変形を受けていない。この矛盾は当初高空隙率を持っていた始源的物質がその進化の初期段階で 5GPa 以下の比較的弱い圧力の衝撃によって岩石化し, のちに強い衝撃変成を残す激しい衝突現象を被ったと考えられると解釈できる。この後期ほど衝突の強度が増加するという微惑星の衝突史の仮説は太陽系全体の形成史とも一致する。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は, 高空隙率の粉末集合体を 2.5 から 70GPa で衝撃圧縮実験を行い, 原始太陽系星雲における始源的物質の固化・圧密現象の解析研究である。試料には 3 種の模擬物質を使用し, シリケート, 金属, 硫化物の衝撃圧に対する振る舞いと衝撃組織の形成に対する役割を詳細に解析するなど今後の隕石組織の解析や新材料物質の創成に重要なデータと考察を提供した。

よって, 著者は博士 (理学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。